

(7.) Otto Appel: Forderungen und Aussichten der angewandten Botanik.

(Vortrag, gehalten am 25. Mai 1926 auf der Generalversammlung der Deutschen
Botanischen Gesellschaft in Stuttgart.)

Je mehr sich die angewandte Botanik entwickelt, um so notwendiger ist es, einmal in weitestem Kreise das Verhältnis zwischen der angewandten Botanik und der allgemeinen Botanik zu besprechen.

Wie alle Naturwissenschaften ist auch die Botanik ursprünglich eine angewandte Wissenschaft gewesen, die den Zweck hatte, empirisch gefundene nützliche oder schädliche Pflanzen näher kennenzulernen und nach Möglichkeit ihre Nutzenanwendung zu fördern. Nach und nach vertieften sich die allgemeinen Kenntnisse, und dadurch rückte die Botanik in die Geisteswissenschaften ein. Am Anfang und noch weit hinein bis in die neuere Zeit beschäftigten sich die Vertreter der Botanik aber auch mit angewandten Problemen, doch geschah das allmählich immer seltener, bis wir schließlich in eine Zeit kamen, in der theoretische Botanik und angewandte Botanik geradezu zu Gegensätzen wurden.

Dieses zeitweilige Zurücktreten der angewandten Botanik hat dazu geführt, daß bis in die neueste Zeit hinein unsere Kulturpflanzen so vernachlässigt wurden, daß wir selbst von den wichtigsten heute noch kein umfassendes Bild haben. Und doch bieten gerade die Kulturpflanzen Objekte von einer Vielgestaltigkeit, daß sie sehr wohl als Ausgangspunkt auch für theoretische Forschungen dienen können. Gelegentlich sind sie auch in dieser Hinsicht benutzt worden. Ich erinnere nur an die Behandlung der Frage der generatio spontanea, an die Frage des Alterns und an die Entdeckung der MENDELschen Gesetze.

Inzwischen hat sich aber unser Wirtschaftsleben weiter entwickelt und ist in vielfache Beziehungen zur Pflanzenwelt getreten, so daß es nicht mehr anging, die dadurch hervortretenden Probleme nur noch gelegentlich zu bearbeiten. Vielmehr mußten diese Fragen einer rascheren Lösung zugeführt und einer vielseitigeren Bearbeitung unterzogen werden. Dadurch hat sich nun in den letzten Jahrzehnten als besondere Richtung in der Botanik die angewandte Botanik entwickelt.

Wie bei allem Neuen, so ist auch am Anfang auf diesem Gebiete sehr viel empirisch gearbeitet worden. Das hat uns zweifellos stark gefördert. Ich erinnere nur an die Anwendung der empirisch gefundenen Pflanzenschutzmittel Schwefel und Kupfer, die uns die Möglichkeit gaben, einen ganzen Zweig unserer Wirtschaft, den Weinbau, dauernd am Leben zu erhalten, der ohne diese Mittel dem Untergange geweiht gewesen wäre. Auch unsere Pflanzenzüchtung zeigt uns, daß auf empirische Weise große Fortschritte zu erzielen sind. Überall aber erweisen sich die empirischen Arbeitsmethoden nur bis zu einem gewissen Grade als ausreichend. Früher oder später kommen wir dabei immer an den Punkt, an dem ein weiterer Fortschritt nur mit Hilfe wissenschaftlicher Methoden möglich ist.

Andererseits aber hat diese empirische Arbeitsweise der angewandten Botanik schwer geschadet, da sie den Anschein erweckte, als ob angewandte Botanik gleichbedeutend sei mit Empirie und der wissenschaftlichen Arbeit entraten könne. Das hat allmählich zu einem fast feindseligen Verhältnis zwischen der theoretischen und der angewandten Botanik geführt, da vielfach eine Mißachtung der angewandten Tätigkeit durch die Vertreter der theoretischen Botanik die Folge war. Wenn auch heute dieser Standpunkt nicht mehr so scharf hervortritt, so ist er doch noch nicht ganz überwunden. Im Interesse beider Richtungen aber scheint es mir erwünscht, jetzt volle Klarheit zu schaffen.

Betrachten wir die beiden Richtungen, so sind sie wie folgt zu charakterisieren: Die theoretische Botanik ist eine Geisteswissenschaft, die völlig frei in der Wahl ihrer Arbeitsziele und -objekte ist und als Hauptziel hat, unsere Kenntnisse der Pflanze in jeglicher Beziehung zu fördern. Die angewandte Botanik ist nicht frei in der Wahl ihrer Ziele und Objekte; sie arbeitet vielmehr mit bestimmten, d. h. wirtschaftlich wichtigen Objekten auf bestimmte Ziele hin. Diese Ziele bedeuten stets eine Förderung wirtschaftlicher Belange.

Es ist gar kein Zweifel, daß die theoretische Botanik die Grundlage auch für die angewandte Botanik ist und daß aus den theoretisch gefundenen Ergebnissen wirtschaftliche Erfolge hervorgehen können. Aber diese wirtschaftlichen Erfolge werden immer nur einen geringen Anteil an den allgemeinen Erfolgen wissenschaftlicher Erkenntnis darstellen. Es gehört nicht zu den Seltenheiten, daß lange Zeit nach der Erarbeitung wissenschaftlicher Erkenntnisse erst ihre praktische Nutzenanwendung gefunden wird;

auch hier wieder darf ich an das Schicksal der MENDELschen Entdeckungen erinnern.

Wenn wir nach der obigen Definition angewandte Botanik treiben wollen, so ist es etwas ganz Selbstverständliches, daß die Methoden, die angewendet werden müssen, dieselben sind wie die bei der theoretischen Botanik. Die Fragestellung ist aber eine so vielseitige, daß alle Zweige der allgemeinen Botanik hineinspielen. Wir müssen daher als erste Forderung erheben, daß derjenige, der sich der angewandten Botanik zuwenden will, eine gründliche und vielseitige allgemeine botanische Ausbildung hat. Dies reicht aber in den meisten Fällen noch nicht einmal zur vollen Erfassung der Probleme aus; denn dazu, daß die Fragestellung einen praktischen Zweck verfolgt, ist es notwendig, daß der Bearbeiter auch den Teil der Wirtschaft übersehen kann, dem er in seiner Arbeit dienen will. Vor allem ist das notwendig, wenn sich die Arbeit auf Dinge bezieht, die sich später in der Praxis auswirken sollen. Da diese Dinge aber sich auf die verschiedensten Wirtschaftszweige erstrecken, kommt ganz von selbst eine Gliederung der angewandten Botanik zustande. Diese Gliederung können wir in drei große Gruppen zusammenfassen, nämlich:

1. die Produktion,
2. die Verwertung und
3. die Erhaltung.

Auch diese Gruppen wieder umfassen zahlreiche Einzelgebiete, so daß wir zu folgender Aufstellung gelangen:

1. Produktion.

- a) Systematik und Geographie der Nutzpflanzen,
- b) Züchtung von Kulturpflanzen,
- c) Ökologie,
- d) Düngung.

2. Verwertung.

- a) Die für die Ernährung wichtigen Pflanzen,
- b) Pharmakognosie,
- c) technisch wichtige Pflanzen,
- d) Gärungswirtschaft.

3. Erhaltung.

- a) Krankheiten und Schädigungen der Pflanzen,
- b) die pflanzlichen Erreger von Krankheiten,
- c) Pflanzenschutz (Therapie und Hygiene).

Aus dieser Übersicht ersehen wir schon, daß sich die Gruppen 1 und 3 im wesentlichen mit den landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturpflanzen befassen, während die Gruppe 2 Wirtschaftsgebiete verschiedener Art behandelt.

Fragen wir uns nun, wie weit in unseren heutigen Lehrplänen die Grundlage für eine Ausbildung in dieser Richtung gegeben ist, so kommen wir zu der Überzeugung, daß eine Grundlage ganz vorzüglich entwickelt ist, und zwar die der Schaffung der notwendigen botanischen Allgemeinbildung und die Möglichkeit, die dazugehörigen Methoden zu erlernen. Fast ganz fehlt uns aber die Möglichkeit, in irgend einer der angedeuteten Richtungen sich spezielle Kenntnisse anzueignen. So kommt es, daß auch heute noch ein großer Teil der auf dem Gebiete der angewandten Botanik Arbeitenden in ihrer Spezialrichtung Autodidakten sind.

Sehen wir uns auf unseren Universitäten einmal um, so sehen wir zunächst, daß die juristische, die medizinische und die theologische Fakultät angewandte Wissenschaft treiben. Das Studium ist so eingestellt, daß Richter und Verwaltungsbeamte, Ärzte und Seelsorger erzogen werden, und zwar werden nicht nur die wissenschaftlichen Grundlagen gelehrt, sondern auch ihre Anwendung auf das praktische Leben. Dazu sind nicht nur Seminare vorhanden, sondern auch besondere angewandte Institute, die von Ordinarien geleitet werden. Etwas anders liegen die Verhältnisse in der philosophischen Fakultät. Auch hier gibt es eine ganze Reihe von Zweigen, bei denen die Lehre von der Anwendung der Wissenschaft durch besondere Lehrstühle vertreten wird, so in der Mathematik, in der Physik und der Chemie. Die einzige Ausnahme machen die Botanik und die Zoologie, bei denen angewandte Institute nur ganz vereinzelt vorhanden sind.

Als Ursache hierfür sehe ich mit an, daß die Botaniker selbst vielfach in eine Gegnerschaft gegen die angewandte Botanik sich begeben haben. Dadurch ist die Zeit verpaßt worden, in der der Ausbau in den anderen naturwissenschaftlichen Gebieten nach der angewandten Richtung erfolgt ist. Ich weise nur darauf hin, daß dadurch die ganze Ernährungslehre unserer Pflanzen den Botanikern entgangen und, wenigstens so weit ihre praktische Anwendung in Frage kommt, in die Hände der Chemiker übergegangen ist. Ja, es geht so weit, daß auch die Samen- und Futtermittelkontrolle vielfach von Nicht-Botanikern ausgeübt wird. Das hat natürlich zur Folge, daß diese Disziplinen zwar technisch entwickelt worden sind, ihre wissenschaftliche Förderung aber nicht so fortgeschritten

ist, wie sie in der Hand von tüchtigen Botanikern hätte fort-schreiten können.

In der neuesten Zeit hat besonders der Zweig der Erhaltung der Kulturpflanzen eine kräftige Entwicklung genommen. Es war einfach eine wirtschaftliche Notwendigkeit, daß wir auf diesem Gebiete produktiver wurden. Eine Kulturpflanze nach der anderen kommt in die Zeit, in der ihr Fortbestehen abhängig ist von einer gründlichen Schädlingbekämpfung. Um diese durchzuführen, sind in sehr vielen Fällen erst einmal die Grundlagen zu erarbeiten, auf denen sich eine solche Bekämpfung aufbaut. Das ist aber gleichbedeutend mit einer gründlichen Kenntnis der gesunden und kranken Pflanze und der krankheitserregenden Schädlinge. Diese Entwicklung hat sich jedoch erst sehr schwer durchsetzen lassen, weil das Gebiet von zwei Disziplinen umstritten wird. Neben den Botanikern erheben die Zoologen Anspruch auf einen Anteil dieses Gebietes, und es sind darum harte Kämpfe entstanden. Die Zoologen stellten sich auf den Standpunkt, daß alle durch tierische Schädlinge hervorgerufenen Krankheiten und ihre Bekämpfung Sache des Zoologen seien. Die Botaniker machten geltend, daß es sich in allen Fragen der Erkrankung und Schädigung von Pflanzen in erster Linie um die Pflanze handelt. Von beiden Seiten ist über das Ziel hinausgeschossen worden. Allmählich ist aber doch eine Einigung erzielt worden, und ich hoffe, daß ich es noch erlebe, daß noch besondere Stellen für Pflanzenschutzbeamte geschaffen werden und daß neben dem Menschen- und Tierarzt der Pflanzenarzt in Erscheinung tritt. Der Ansatz dazu liegt in der Organisation des deutschen Pflanzenschutzdienstes mit seinen 32 Hauptstellen vor.

Ein solcher Pflanzenarzt muß eine botanische Ausbildung haben, er muß ferner zoologisch gut vorgebildet sein und eine Ausbildung in dem Zweige der Landwirtschaft besitzen, für den er tätig sein will, also entweder allgemein landwirtschaftlich, gärtnerisch, forstlich oder weinbau-technisch ausgebildet sein. Ob er dann als Botaniker, Zoologe oder Landwirt promoviert hat, ist nebensächlich. Die Botanik wird bei dieser Ausbildung immer eine Hauptrolle spielen müssen, da es sich immer um Pflanzen handelt und unter Umständen auch tierische Schädlinge mit Methoden bekämpft werden müssen, die auf botanischer Grundlage aufgebaut sind. Haben die Studierenden diese Ausbildung erfahren, dann kommt als Hauptfach für sie der Pflanzenschutz in Betracht, d. h. die Anwendung botanischer usw. Kenntnisse auf das besondere praktische Gebiet. Der Pflanzenschutz ist heute nicht mehr so

einfach wie früher. Ich erinnere mich noch sehr wohl der Zeit, in der die Auffassung ziemlich allgemein war, daß Pflanzenschutz weiter nichts sei als die Kenntnis von einer richtigen Anwendung von Beiz-, Spritz- und Stäubemitteln, d. h. also von direkten Bekämpfungsmitteln. Eine ganze Periode in der Entwicklung der Phytopathologie ist ja dadurch gekennzeichnet, daß man an jeder kranken Pflanze nach einem pilzlichen oder tierischen Schädling suchte und darnach trachtete, ihn mit chemischen Mitteln zu bekämpfen. Diese Zeit kann als längst überwunden gelten. Der Unterricht im Pflanzenschutz umfaßt heute etwa folgende Hauptgebiete:

Die Organisation des Pflanzenschutzes. Heute existiert in allen Kulturländern ein Pflanzenschutzdienst, der dafür sorgt, nach Möglichkeit mindestens alle auftretenden Epidemien festzustellen und, soweit schon Mittel zu ihrer Bekämpfung bekannt sind, sie zu unterdrücken. Dieser Pflanzenschutzdienst hat auch gleichzeitig die Überwachung der Ein- und Ausfuhr, d. h. er muß die nötigen Unterlagen bereit halten, um die Ausfuhr von Pflanzen und Pflanzenteilen so zu kontrollieren, daß ihre Einfuhr in andere Länder ohne Schwierigkeiten möglich ist. Andererseits muß er die Kontrolle der eingeführten Pflanzen so durchführen, daß nach Möglichkeit keine neuen Schädlinge von Bedeutung eingeschleppt werden. Seine Grundlage hat er in der Gesetzgebung, und deshalb ist es notwendig, auch die Studierenden mit der Gesetzgebung vertraut zu machen, natürlich nicht nur der des eigenen Landes, sondern auch der fremder Länder, die für Ex- und Import in Frage kommen. Weiter muß der Unterricht sich erstrecken auf die Erkennung der Pflanzenkrankheiten. Dazu müssen die einzelnen Krankheiten der wichtigsten Kulturpflanzen durchgesprochen und durch Übungen, ähnlich den Bestimmungsübungen von Pflanzen, die Studierenden in die Lage versetzt werden, auch Krankheiten, die sie nicht kennen, in der Literatur aufzufinden. Das erfordert weiter ein Vertrautsein mit der Literatur. Wie umfangreich die Pflanzenschutzliteratur schon jetzt ist, zeigt die alljährlich von der Biologischen Reichsanstalt herausgegebene „Bibliographie der Pflanzenschutz-Literatur“, deren letzterschienener Band über das Jahr 1925 auf 207 Seiten ungefähr 5500 Titel einschlägiger Arbeiten enthält.

Ein weiteres wichtiges Kapitel ist die Einführung in die Kenntnis der Bekämpfungsmaßnahmen, bei denen man die direkten und die indirekten zu unterscheiden hat. Bei den direkten ist es notwendig, die chemischen und die physikalischen Mittel

sowie auch die Apparate zu ihrer Anwendung kennenzulernen. Bei den indirekten Bekämpfungsmaßnahmen müssen die ganzen technischen Maßnahmen der Kultur, wie vor allem die Bodenbearbeitungsfrage, die Einwirkung von Düngung, von Saatzeiten und besonders auch die Immunitätszüchtung in Betracht gezogen werden.

Eine solche Ausbildung im Pflanzenschutz kann dann von Erfolg begleitet sein, wenn als Grundlagen gute botanische, zoologische und landwirtschaftliche sowie auch chemische, physikalische und technische Kenntnisse vorhanden sind. Sie gehört an die Landwirtschaftlichen Hochschulen und an die Universitäten, an denen landwirtschaftliche Abteilungen vorhanden sind. An den anderen Universitäten werden sie kaum in diesem Umfange eingeführt werden können; denn zu einer einigermaßen gründlichen Durcharbeitung der erwähnten Fragen gehört allermindestens wöchentlich ein 2stündiges Kolleg und ein mindestens 3stündiger Kursus. Werden die Tatsachen nur im Kolleg den Studierenden gebracht, so fehlt den Absolventen die praktische Anschauung und Fertigkeit der Übertragung in die Praxis. Dagegen kann auch an der Universität viel geleistet werden, die ganzen Bestrebungen zu fördern durch die Erarbeitung von grundlegenden Vorfragen. Wir wollen an einigen Beispielen sehen, wie viel rein botanische Arbeit nötig ist, um in die Entstehung von Pflanzenkrankheiten einerseits den nötigen Einblick zu bekommen und den richtigen Punkt zu finden, an dem eine durchgreifende Bekämpfung einsetzen kann.

Eine der wichtigsten Krankheiten unserer Kartoffeln ist die durch *Phytophthora infestans* hervorgerufene Kraut- und Knollenfäule. In den 40er Jahren des vorigen Jahrhunderts trat sie so stark auf, daß man mit einem vollständigen Zusammenbruch des Kartoffelbaues rechnete. Die Royal Horticultural Society in London erließ daher ein Preisausschreiben zur Klärung dieser Frage. Bekanntlich hat diesen Preis DE BARY erhalten für seine Arbeit „Die gegenwärtig herrschende Kartoffelkrankheit, ihre Ursachen und ihre Verhütung“. Er wies darin nach, daß der genannte Pilz die Ursache der Krankheit ist. Unsere Kenntnisse dieser Krankheit sind zwar einigermaßen fortgeschritten, können aber durchaus noch nicht als vollständig geklärt betrachtet werden. Vor allen Dingen fehlen uns noch die Kenntnisse über die Überwinterung des Pilzes. Wir wissen noch nicht, ob es Oosporen gibt; bei den Kartoffeln sind sie jedenfalls noch nicht gefunden. Auch über die Frage, ob diese *Phytophthora* auf andere Pflanzen übergeht und vielleicht dort die Oosporen bildet, ist nichts bekannt. Erst in neuester Zeit

hat ein Schüler von mir nachgewiesen, daß sie auch auf einige andere Solanaceen zu übertragen ist, nämlich auf *S. dulcamara*, *S. nigrum*, *Physalis Alkekengi*, *Hyoscyamus niger*, *Lycium durcomanicum* und *L. halimifolium*¹⁾. Auf letzterer wurde sie auch im Freien gefunden. Aber auch die feineren Vorgänge beim Parasitismus dieses Pilzes sind noch nicht aufgeklärt, wie ja überhaupt der Parasitismus im allgemeinen noch zahlreiche Rätsel aufgibt, die nur mit gründlicher wissenschaftlicher Arbeit zu lösen sind, aber unter Umständen von großer praktischer Tragweite sein können. Aber auch das Verhalten des Pilzes bei den verschiedenen Nährpflanzen, und zwar nicht nur auf verschiedenen Arten, sondern auf verschiedenen Kartoffelsorten, ist außerordentlich verschiedenartig. Die Inkubationszeit, die Zahl der gebildeten Zoosporangien haben einen großen Einfluß auf die Ausbreitung einer Epidemie, sind aber noch nicht genügend erforscht. Ebenso steht die Forschung über die Widerstandsfähigkeit der verschiedenen Kartoffelsorten noch in ihren Anfängen, trotzdem sie die Grundlage für die Immunitätszüchtung²⁾ bildet. Bei dieser Krankheit wie bei einer ganzen Anzahl anderer ist auch die direkte Bekämpfung möglich, aber noch nicht genügend durchgearbeitet.

Ein schon seit Jahrzehnten altes Problem, das noch immer nicht gelöst ist, ist die Erklärung der Kupferwirkung. Wir wissen wohl, das bestimmte Konzentrationen die Pilzsporen an der Keimung hindern oder sie abtöten; die Wirkung auf die Pflanze liegt aber noch ganz im Dunkeln. Es ist zweifellos, daß unter bestimmten Umständen das Pflanzenwachstum durch Bespritzen mit Kupferkalkbrühe angeregt wird; aber keine der bisherigen Theorien, wie die der Reizwirkung, der Schattenwirkung, der Abtötungswirkung auf Enzyme, hat sich bis jetzt allgemein durchsetzen können. Das sind aber Fragen von höchster Bedeutung für die Praxis; denn wenn, wie amerikanische Versuche zeigen, auch in Jahren, in denen *Phytophthora* nicht auftritt, durch das Bespritzen mit Kupfer eine Ernteerhöhung erzielt wird, würde eine Bespritzung bei dem nicht alljährlichen Auftreten der *Phytophthora* rentabel werden und, einmal eingeführt, uns vor Mißernten, wie wir sie z. B. im Jahre 1916 hatten, bewahren³⁾.

1) VOWINCKEL, Die Anfälligkeit deutscher Kartoffelsorten gegenüber *Phytophthora infestans* unter besonderer Berücksichtigung der Untersuchungsmethoden. Arb. der Biolog. Reichs-Anstalt, Bd. XIV, S. 588.

2) Vgl. K. O. MÜLLER, „Neue Wege und Ziele der Kartoffelzüchtung“.

3) Inzwischen ist auch das Jahr 1926 vorübergegangen und hat uns erneut eine Mißernte durch *Phytophthora infestans* gebracht. Was das für die

Bei der großen Verschiedenartigkeit des Verhaltens verschiedener Kartoffelsorten ist es natürlich ungeheuer wichtig, die Sorten systematisch zu trennen. Die Sortensystematik aber lag so im argen, daß man noch vor wenigen Jahren Verzeichnisse von Kartoffelsorten herausgegeben hat, die 1000 Sorten umfaßte. Die begonnene Durcharbeitung dieser Sorten auf rein systematischer Grundlage hat gezeigt, daß der größte Teil dieser Sorten nicht selbständig ist, sondern daß sehr viele wissentlich oder unwissentlich einfach durch Umtaufung entstanden sind. Um aber die Sorten erkennen zu können, mußte eine eingehende systematische Bearbeitung stattfinden, die erst möglich war durch Herausarbeitung der Unterschiede, die bisher zum großen Teile nicht einmal bekannt waren¹⁾. Dabei hat sich z. B. herausgestellt, daß ein Merkmal, das bisher ganz übersehen worden war, nämlich die Farbe und Gestalt des Lichtkeims, sehr wertvoll ist.

Verweilen wir noch einen Augenblick bei der Kartoffel und betrachten wir die Vorgänge bei der Fäulnis, so stoßen wir wieder auf eine ganze Reihe botanisch noch ungelöster Fragen. Wir wissen, daß ein großer Teil von Kartoffeln durch die sogenannte Naßfäule zugrunde geht, bei der Bakterien auftreten. Ebenso unzweifelhaft ist es aber, daß nicht alle diese Bakterien fähig sind, gesunde Kartoffelknollen zur Fäulnis zu bringen. Es müssen also auch noch andere Vorgänge vorhanden sein, die sonst nicht pathogene Bakterien zum Angriff befähigen. Wahrscheinlich handelt es sich um Erstickungsvorgänge. Aber über die Atmung der Kartoffeln wissen wir ja auch noch nichts, und deswegen können wir heute noch nicht mit Bestimmtheit sagen, wie diese Fäulnis unter verschiedenen Verhältnissen zustande kommt, ob es lediglich Sauerstoffmangel oder ob es Kohlensäurevergiftung ist. Wenn erst Arbeiten in dieser Richtung durchgeführt sein

Volkswirtschaft bedeutet, mag aus folgenden Zahlen hervorgehen: Im Jahre 1925 haben wir 42 Millionen Tonnen Kartoffeln geerntet, im Jahre 1926 nur 28–30 Millionen Tonnen. Rechnet man die Tonne nur mit 40 RM. (= 2 RM. für den Ztr.), so ist das ein Ausfall von $40 \times 12 = 480$ Mill. RM. Wenn auch ein Teil davon auf Witterungsschäden allein zurückzuführen ist, so bleiben immer noch viele Millionen für den Schaden, den die *Phytophthora* angerichtet hat, und zwar deswegen, weil die Botanik die einschlägigen Fragen noch nicht gelöst hat; denn daß derartige Fragen lösbar sind, zeigt ja die Bekämpfung der *Peronospora* beim Wein.

1) Vgl. SNELL, „Kartoffelsorten“, Heft 5 der „Arbeiten des Forschungsinstitutes für Kartoffelbau“.

werden, wird es sicher möglich sein, einen großen Teil der Kartoffeln zu erhalten, die uns jetzt noch alljährlich verlorengehen. Der Verlust wird im Durchschnitt mit 10 % angenommen.

Betrachten wir noch ein anderes Beispiel. Sowohl bei den Obst- als auch bei anderen Gehölzen kommen in manchen Jahren Absterbeerscheinungen vor, die mit dem Auftreten von Pilzen einhergehen. Ich erinnere nur an das Kirschbaumsterben am Rhein, an das Erlensterben, neuerdings auch an das Ulmensterben oder, wenn wir auch ein ausländisches Beispiel heranziehen wollen, an das Aussterben der eßbaren Kastanie in Nordamerika. Wollte man sich dabei damit begnügen, den Pilz festzustellen, der jeweils auftritt, so würde man diese Frage nicht lösen können; denn ein einfacher Versuch, den Pilz auf gesunde Pflanzen überzuimpfen und dort die Krankheit zu erzeugen, mißlingt in den allermeisten Fällen. Es sind zweifellos physiologische Vorgänge in den Bäumen, die dem Pilz erst die Angriffsmöglichkeit geben. MÜNCH¹⁾ hat als einen solchen Faktor den Luftgehalt des Holzes gefunden. Die Höhe des Luftgehaltes ist aber abhängig von dem Wassergehalt und dieser wieder von der Wasserversorgung. In den einfachsten Fällen liegt die Frage so, daß trockene Jahre, d. h. also Wassermangel im Boden, zu einem Wassermangel im Holz und damit zu einem Luftgehalt führen, der dem Pilz den Angriff ermöglicht. In anderen Fällen aber sind es Beschädigungen der Wurzeln, die denselben Effekt haben können, oder es liegt eine physiologische Trockenheit vor, d. h. das Wasser führt irgendwelche Substanzen, die eine genügende Aufnahme verhindern, mit.

Betrachten wir auch noch an einigen Beispielen, wie weit auch botanische Kenntnisse nötig sind zur richtigen Auffassung und Behandlung von Schädigungen, die durch Tiere hervorgerufen werden. Eine der wichtigsten Fragen des Rübenbaues ist die sogenannte Rübenmüdigkeit, die durch Nematoden (*Heterodera Schachtii*) hervorgerufen wird. Es ist festgestellt worden, daß die Cysten der Nematoden im Boden zum großen Teil so lange liegen, bis ein äußerer Reiz sie „aktiviert“²⁾. Dieser Reiz wird von den Wurzeln der Zuckerrüben sowie einer Reihe anderer

1) MÜNCH, „Untersuchungen über Immunität und Krankheitsempfänglichkeit der Holzpflanzen“. Dissertation, München 1909.

2) BAUNACKE, „Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung des Rübenmematoden *Heterodera schachtii* Schmidt“. Bd. 11, Heft 3, der „Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt“, 1922.

Pflanzen ausgeübt. Der Reiz wirkt auf etwa 70 cm im Umkreis einer solchen Pflanze, und es ist wohl anzunehmen, daß es Ausscheidungsstoffe der Wurzeln sind. Näheres aber über die Art dieser Ausscheidung ist nicht bekannt. Auch wissen wir bis heute noch nicht, ob nicht außer den bekannten noch andere Pflanzen imstande sind, derartige Reizwirkungen hervorzubringen. Für die Bekämpfung wäre es aber von außerordentlichem Vorteil, vor allen Dingen dann, wenn wir wüßten, welche Pflanzen diesen Reiz ausüben, ohne daß sie gleichzeitig den Nematoden als Nahrung dienen können. Bis zu einem gewissen Grade ist dies bei der Zichorie der Fall. Es wäre aber überaus wertvoll, eine leicht kultivierbare Pflanze zu kennen, die in dieser Weise wirkt, weil man dann durch eine Aussaat dieser Pflanze den Boden nematodenfrei bekommen könnte.

Auf ganz anderem Gebiete liegt z. B. die Frage der Bekämpfung der bekannten Blasenfüße (*Thrips*). Wir wissen, daß z. B. die verschiedenen Hafersorten verschieden anfällig gegen diesen Schädling sind. Anscheinend hängt dies mit dem Vegetations-Rhythmus zusammen. Über den Vegetations-Rhythmus unserer Getreidearten aber ist noch sehr wenig bekannt, und doch ist er nicht nur bei dieser Schädigung, sondern auch bei verschiedenen anderen von größter Bedeutung. Besonders in solchen Fällen, in denen man nicht mit künstlicher Infektion arbeiten kann, sondern in denen man bei der Züchtung widerstandsfähiger Sorten auf eine natürliche Infektion warten muß, wäre es von außerordentlichem Vorteil, bei neu gezüchteten Sorten schon am Vegetations-Rhythmus festzustellen, welche von diesen wahrscheinlich widerstandsfähig oder anfällig sind. Überhaupt ist die ganze Immunitätsfrage heute noch in den Kinderschuhen insofern, als wir über die Ursache der Widerstandsfähigkeit sehr wenig wissen¹⁾. Teilweise kann sie mit dem anatomischen Aufbau zusammenhängen, wie es z. B. bei manchen Baumwollsorten, die gegen Gefäßmykose widerstandsfähig sind, und zwar weil sie besonders enge Gefäße haben, angenommen wird. Es können auch morphologische Eigenschaften einen gewissen Schutz verleihen, wie z. B. manche Kartoffelsorten gegen *Phytophthora* weniger anfällig sind, weil sie steil aufgerichtete Blätter mit wenig benetzbarer Oberfläche haben. Diese Kartoffelsorten trocknen nach dem Regen sehr rasch ab, so daß die zur

1) O. APPEL, „Disease Resistance in Plants“, Science, N. S., Vol. 41, Nr. 1065, Seite 773—782, 28. Mai 1915.

Keimung der Zoosporen nötigen Wassertropfen nicht lange genug an der Oberfläche vorhanden sind. In den meisten Fällen aber dürften chemische Ursachen in Frage kommen, die wir heute bei unserer geringen Kenntnis der Chemie der Pflanze noch nicht erfassen können.

Endlich aber möchte ich noch hinweisen auf die vielen Krankheiten nichtparasitärer Herkunft. Erst in der Nachkriegszeit hat man entdeckt, daß vielfach ein Rückgang der Ernten mit dem Säuregehalt des Bodens in Verbindung steht. Die Alkali-Krankheiten kannte man schon länger. Aber auch andere Momente, wie zeitweilige Trockenheit, Luftmangel u. a., können Ursachen schwerster Schädigung sein. Wir aber kennen viele Grundlagen für diese Erscheinungen noch nicht, weil die Ernährungsphysiologie der Pflanzen sich noch nicht eingehend mit diesen Fragen beschäftigt hat. Interessieren wird es Sie vielleicht, in diesem Zusammenhange zu erfahren, daß die Floristik uns in manchen solcher Fälle gute Dienste leistet. So ist z. B. anscheinend das Auftreten von *Rumex acetosella* und vor allen Dingen von *Scleranthus annuus* ein sicheres Anzeichen für einen zu hohen Säuregehalt des Bodens. Auch sonst gibt eine gute Kenntnis unserer wilden Flora mancherlei Fingerzeige für Standortseigentümlichkeiten, die der einen oder anderen Kulturpflanze abträglich sind und bestimmte Krankheitsbilder hervorrufen.

Wenn ich endlich noch auf die sogenannten Virus-Krankheiten hinweisen darf, so ist auch dieses ein Gebiet, auf dem rein wissenschaftliche Forschung helfen könnte. Die Frage der Mosaikkrankheiten, der Blattrollkrankheit und ähnlicher Erscheinungen ist heute noch trotz langjähriger Arbeit nicht geklärt. Man weiß, daß solche Krankheiten unter Umständen schon durch Verreiben eines Tropfens Saft ansteckend wirken können. Aber noch nicht einmal die Veränderungen, die dabei in der Zelle hervorgerufen werden, sind sicher bekannt, und der Zellforscher würde zweifellos auch hier ein dankbares Feld der Tätigkeit finden¹⁾.

Derartiger Beispiele könnte ich noch sehr viele aufführen; ich hoffe aber, Ihnen daran gezeigt zu haben, wie vielseitig die Fragen der Pflanzenpathologie sind und wie viele Fragen es gibt, die auch theoretisches Interesses haben.

1) Vgl. z. B. KLEBAHN, „Die Alloiophyllie der *Anemone nemorosa* und ihre vermutliche Ursache“. „Planta“, Bd. 1, Heft 4, 1. 2. 1926.

Die bisher nicht ausreichende Möglichkeit, die Forschung auf dem Gebiete der angewandten Botanik an den bestehenden Universitäts-Instituten in der für die Wirtschaft notwendigen Weise zu fördern, hat zur Gründung einer Reihe von Forschungsinstituten geführt. Da aber diese im allgemeinen keine Lehr-tätigkeit ausüben, so wäre es erwünscht, diese in irgend-einer Weise zur Lehrtätigkeit heranzuziehen; besser aber noch wäre es, besondere Lehrstühle für angewandte Botanik zu schaffen. Man würde dann den großen Vorteil haben, daß man junge Wissen-schaftler, die die nötige Ausbildung und auch die nötige Einsicht in das Gebiet haben, dem sie ihre Lebensarbeit widmen wollen, in die angewandten Institute hineinbekommt. Es gehört zweifellos ebenso wie zur theoretischen Arbeit auch zur angewandten Arbeit ein großes Maß von Neigung und Befähigung, und es ist ganz falsch, wenn man glaubt, daß jemand, dessen Befähigung für die theoretische Botanik nicht ausreicht, dann gut genug für die an-gewandte wäre. Für die angewandte Botanik gehört ein großes Maß Sinn für das praktische Leben. Es genügt nicht, sich nur theoretisch mit den wirtschaftlichen Fragen, die in die Arbeit hineinspielen, zu befassen, sondern man muß in den Geist und die Technik der praktischen Arbeiten eindringen. Auch die ständige Berührung mit der Praxis erfordert, daß man die Arbeit und die Sorgen des Praktikers genau kennt. Dafür hat man aber das erhebende Bewußtsein, daß man immer die Hand am Puls der lebensnotwendigen Wirtschaft hat und daß man mithelfen kann an der Weiterentwicklung, ein Gefühl, das uns heute besonders arbeitsfroh macht, wo wir wissen, daß wir mit beitragen können zur Wiederaufrichtung unserer daniederliegenden Wirtschaft.

Bei der außerordentlichen Bedeutung der Pflanzenkrankheiten und der Wichtigkeit ihrer Bekämpfung, die heute nicht nur im Privatinteresse des einzelnen, sondern auch im volkswirtschaftlichen Interesse liegt, geht meine Bitte an alle Hochschullehrer der Botanik dahin, bei ihren eigenen und den von ihnen beeinflussten Arbeiten, soweit irgend möglich, Fragen zu berücksichtigen, die für die Weiterentwicklung des Pflanzenschutzes von Bedeutung sind. Es ist sehr häufig möglich, an Stelle exotischer Gewächshaus-Pflanzen Kulturpflanzen als Objekt zu benutzen, und jede Arbeit, die unseren Einblick in das Leben unserer Kulturpflanzen fördert, ist für uns wichtig. Wenn es auch im ersten Augenblick nicht ohne weiteres klarliegt, so ergeben sich bei vielen Fragen nachträglich Be-ziehungen zu Tatsachen allgemeiner Art. Weiter aber möchte ich darum bitten, in den Unterrichtsplan Vorlesungen einzuschalten,

die auf die Bedürfnisse der angewandten Botanik Rücksicht nehmen. Ich denke dabei hauptsächlich an eingehende Vorlesungen über Ernährungsphysiologie, an Mykologie u. ä. Dabei dürfte allerdings das Wort *docendo discimus* nicht zu sehr im Vordergrund stehen, sondern wo irgend möglich, sollten mit solchen Vorlesungen wirkliche Spezialisten betraut werden. Auch in Praktiken und Kursen wäre es erwünscht, die Hörer möglichst mit den Spezialapparaten, besonders für anatomische und pflanzenphysiologische Untersuchungen, vertraut zu machen. Die Mikrotom- und Färbetechnik, eine gewisse Gewandtheit in Untersuchungen von Atmungs- und Assimilationsvorgängen, die Kultur von Pilzen und Bakterien u. ä. müssen wir von Doktoren der Botanik, die auf angewandtem Gebiete arbeiten wollen, verlangen. Besonders wäre es erwünscht, bei den Hörern diejenigen, die praktische Neigungen und Sinn für wirtschaftliche Fragen haben und den Wunsch zu erkennen geben, sich der angewandten Botanik zuzuwenden, in dieser Richtung zu unterstützen, damit wir allmählich einen Stamm von jungen Botanikern bekommen, die gut vorbereitet vor angewandte Fragen gestellt werden können.

An den Universitäten, an denen landwirtschaftliche Vorlesungen gehalten werden, bitte ich die Ordinarien, die Einrichtung von Pflanzenschutz-Vorlesungen zu fördern. Damit sollten nur Fachleute betraut werden, und zwar möglichst solche, die im praktischen Pflanzenschutzdienst stehen oder wenigstens zeitweise gestanden haben. Um diese Vorlesungen richtig ausnützen zu können, ist es allerdings notwendig, daß die Hörer, die dafür in Frage kommen, vorher Gelegenheit haben, ein mykologisches und ein entomologisches Kolleg zu hören. Z. Zt. besteht ein Mangel an solchen Vorlesungen. Das führt dazu, daß neu eingestellte, von der Universität kommende Assistenten eine übermäßig lange Zeit der Einarbeitung brauchen und, falls sie in ein Institut wie die Biologische Reichsanstalt eintreten, das in viele Speziallaboratorien zerfällt, sich zu einseitig entwickeln und deshalb in ihrem späteren Fortkommen behindert werden. Wenn dadurch ein gewisser Überfluß im Angebot eintreten sollte, so könnte ich das von meinem Standpunkte aus nicht bedauern; denn gerade so wie in der Hochschul-Laufbahn müssen auch wir die Möglichkeit einer Auslese der Tüchtigen haben.

Ähnlich wie bei den Verhältnissen auf dem Gebiete der Pflanzenkrankheiten ist es auch bei anderen Gebieten der angewandten Botanik. Diese Gebiete liegen mir ferner, und ich kann daher nicht so auf die Einzelheiten eingehen. Aber die Herren,

die anderen „angewandten Instituten“ vorstehen, werden mir zugeben, daß sie es als einen Mangel empfinden, daß die von den Hochschulen kommenden Kräfte vollständig in Unkenntnis mit den Forderungen ihres zukünftigen Berufes sind und daß sie, trotzdem sie den Anspruch darauf erheben, voll bezahlt zu werden, erst noch einer langen Ausbildungszeit bedürfen, ehe sie das leisten, was man von ihnen verlangen muß.

Wenn man derartige Ansprüche an einen Bildungsgang stellt, so wird natürlich von denen, die sich einer solchen Richtung zuwenden wollen, die Frage erhoben, welche Aussichten sich dann bieten. Bei uns in Deutschland liegen die Dinge im Pflanzenschutz z. Zt. folgendermaßen:

Die Biologische Reichsanstalt beschäftigt z. Zt. außer einer Anzahl freiwilliger Hilfskräfte zwischen 60 und 65 wissenschaftliche Beamte und Angestellte. Im übrigen Pflanzenschutzdienst sind etwa ebenso viele Wissenschaftler tätig. Dazu kommen noch etwa 10 Stellen in der Industrie. Ferner werden noch etwa alljährlich 10 Wissenschaftler vom Auslande angefordert. Von diesen rund 140 Stellen werden etwa 80 von Botanikern eingenommen. Aber auch von den übrigen ist der größere Teil insofern von Interesse für die Botanik, als sie von Zoologen, Chemikern und Landwirten eingenommen werden, die ebenfalls in Zukunft eine umfassendere botanische Ausbildung haben müssen. Bei dieser Zahl ist stets mit einem natürlichen Abgang zu rechnen. Dieser wird sich besonders auswirken, wenn erst die Älteren, die bei Beginn der Bewegung ziemlich gleichzeitig eingetreten sind, das pensionsfähige Alter erreicht haben, was innerhalb der nächsten 10 Jahre vor sich gehen wird. Von dann an wird der Ab- und Zugang ein ziemlich regelmäßiger sein. Wie die Lage heute ist, wird aber mit einer weiteren Ausdehnung der ganzen Bewegung zu rechnen sein. Schon heute beginnen einige Großbetriebe, sich besondere Pflanzenschutz-Laboratorien einzurichten, und ich halte es für durchaus möglich, daß in Zukunft auch die allgemeine Landwirtschaft noch mehr Sachverständige auf diesem Gebiete braucht. Ebenso wird durch die allmähliche Einrichtung von Vorlesungen an den Universitäten noch eine Reihe von Stellen sich entwickeln. Rechnen wir dazu noch die Stellen der anderen Gebiete der angewandten Botanik, also z. B. des Gärungsgewerbes, der Faserindustrie, der Tabakforschung, der Wasserhygiene und der Züchtung, so kann man wohl sagen, daß es heute für einen tüchtigen Botaniker möglich ist, sich eine Stellung zu schaffen, die der der anderen wissenschaftlichen Berufsarten gleichwertig ist. Die Besoldungsgrundlage für alle

diese Berufe bildet die Eingangsstufe der Gruppe X, und für einen großen Teil ist auch die Aufrückung bis zur Gruppe XII, für einzelne auch bis XIII erreichbar.

Wenn meine Ausführungen dazu beitragen würden, das Interesse für die angewandte Botanik auch in den Kreisen der allgemeinen Botanik zu fördern, so ist mein Zweck erreicht. Ich für meine Person bin der festen Überzeugung, daß mindestens die Jüngeren von uns noch ein weiteres Aufblühen der angewandten Botanik erleben werden.
